第九章　本省水稻稻熱病發生預測

蔡武雄、黃益田、田春門、范國洋　執筆

作物病害預測 (Forecast , Prediction , Prognosis) ， 有的學者稱爲病害預警 (Diseae warning)，有如颱風預測一樣，颱風預測是在颱風尙未來臨以前 ，預測其行徑路線，强度及可能造成之破壞程度，然後告訴民衆防患措施。而作物病害預測也是在病害未發生以前，預先告訴農民何時會發病，發病以後是否會影響產量，到底要不要噴農藥，隔幾天噴藥才好，所以病害防治要考慮防治成本與產量損失之關係，故實際上病害預測尙包括產量損失估計及病害防治，因此病害預測是病害管理的一環。

本省水稻病蟲害預測之緣起

民國五十年七月起台南區農業改良場會同區內縣市政府、農會及糧食管理處及有關單位組織植物保護聯繫委員會，在區內七十鄉鎭中選定二十二鄉鎭，各選聘篤農家一名，共二十二名擔任速報員，首先建立水稻病蟲害預測網，並根據調查結果，發佈病蟲害發生速報。後來農林廳爲擴大預測之功能，更在農復會(農委會前身)，各縣市政府及其他有關單位之協助下，在全省建立水稻病蟲害發生預測網，全面推行水稻病蟲害預測工作。

本省稻作病蟲害發生預測係由三級預測網組成，即預測區，預測小區及鄉鎭區。預測區依本省農業區已劃分爲桃園、台中、台南、高雄、台東及花蓮等六個預測區，區預測員由各區農業改良場植物保護技術人員中選聘，全省共二十二人，其任務爲根據各預測小區的半旬報，旬報及月報、氣象，預測田，巡迴調查資料等分別整理統計並分析研判病蟲害發生消長情形，及整篇月報、期報、年報。預測小區目前共有45個，每縣約有2至5個小區，每小區已有3至6個鄉鎭，每小區均由區農業改良場派駐小區預測員一人擔任小區預測工作。全省計有273個鄉鎭區，每鄉鎭區設鄉鎭預測員一名 ，由篤農家中選擇對稻作病蟲害防治知識較高而富有責任感者義務擔任，其任務爲經常巡視鄉鎭，調查病蟲害發生情形，提供小區預測員參考。

葉稻熱病預測模式之建立

近年來由於電腦的應用在本省逐漸普及。所以在稻熱病的研究已將氣象因子與葉稻熱病發生的關係亦利用電腦作複迴歸分析，建立預測方程式。在桃園區農業改良場利用全省七個區農業改良場49名預測員從1967～1978年所調查 284鄉鎭發病盛期的發病面積

資料，配合各場氣象觀測站及中央氣象局觀測站的氣象資料，發展全省七個地區第一期作葉稻熱病長期預測模式。

台北：$Y= -16.779 + 0.811\ MIT - 4.156\ WS + 0.292\ EV$

新竹：$Y= -525.531 + 97.146\ MAT_2 - 5.888\ MAT_2{}^2 + 0.118\ MAT_2{}^3$

台中：$Y= -41.07 + 6.24\ MT_2 - 4.38\ MIT_2 + 0.72\ PD_2$

台南：$Y= -69.729 + 2.424\ MAT_2 + 0.443\ RH_{12} - 0.057\ PR_1$

高雄：$Y= -26.808 + 2.458\ MAT_1 - 0.252\ DS_{12} - 0.153\ DS_1 - 0.375\ PR$

台東：$Y= -155.389 + 462\ MT_2 + 8.717\ TR_1 + 0.205\ DS_{12} + 0.105\ PR_2$

花蓮：$Y= -75.587 - 5.973\ MIT_{12} + 7.94\ MIT_2 + 1.51\ PH_2 - 0.076\ PR_2 +1.309\ PD_{12} - 0.306\ EV_{12}$

其中MT代表平均氣溫，MAT代表平均最高氣溫，MIT代表平均最低氣溫，TR代表氣溫較差，RH代表相對濕度，DS代表日照時數，WS代表風速，PR代表降雨量，PD代表降雨日數，EV代表蒸發量。英文字右下角之數字代表各季之月份，12，1及2分別代表12月 1月及2月，無數字為代表全季。

在短期預測方面，根據溫濕度之關係，建立模式以預測初發期，此模式僅適用於新竹地區。即週適發指數(WnFI)大於或等於80表示已接近初發病期，週適發指數為日適發指數之和，其間之關係如下：

$WnFI=\sum DnFI$

$DnFI=4(T_1t_1h_1)+3(T_2t_2h_2)+2(T_3t_3h_3)+1(T_4t_4h_4)$

$T_1t_1h_1$：1日內溫度落於24～28℃而濕度落於89～96%之小時數

$T_2t_2h_2$：1日內溫度落於22～24℃而濕度落於89～96%之小時數

$T_3t_3h_3$：1日內溫度落於26～28℃而濕度落於89～96%之小時數

$T_4t_4h_4$：1日內溫度落於20～22℃而濕度落於89～96%之小時數

蔡等亦將在台南縣白河鎮稻熱病預測田從民國65～73年所收集之稻熱病與氣象因子之資料經電腦分析以後建立預測方程式。利用 7 天前，6 天前及 4 天前之氣象因子累積來預測 7 天，6 天後及 4 天後葉稻熱病大型病斑的數目。

$Y=45.895 + 0.064\ X_7 - 0.084\ X_9 + 0.077\ X_{12}$ (7天累積)

$Y=34.553 + 0.074\ X_6 - 0.07\ X_9 + 0.082\ X_{12}$ (6天累積)

$Y=63.534 + 0.090\ X_6 - 0.188\ X_9 + 0.168\ X_{12}$ (4天累積)

X_6 = 最低氣溫　X_7 = 平均氣溫　X_9 = 最高相對濕度

X_{12}= 相對濕度在90%以上之小時數

其次利用 2 月中旬之氣象因子來預測當年葉稻熱病最高峰期之病斑面積率

$Y=674.73 - 8.27\ X_2 - 0.10\ X_3 + 0.33\ X_4 + 7.49\ X_5$

$Y=679.36\ X_2 + 0.35\ X_4 + 6.75\ X_5$

$Y=521.09 - 6.38\ X_2 + 0.43\ X_4 + 2.47\ X_5$

X_2 = 平均相對濕度　　X_3 = 相對濕度大於90%以上之小時數

X = 雨量　　　　　　X_5 = 降雨日數

民國七十七年及七十八年第一期作利用 $Y= 674.73- 8.27X_2- 0.10 X_3+ 0.33 X_4 + 7.49 X_5$ 之預測模式，在台南區農業改良場測試，除少數預測小區外大多數結果顯示預測值和實際發病幾乎一致(表9.1)。

穗稻熱病預測模式之建立

桃園區農業改良場根據本省各地區穗稻熱病發生資料與氣象因子之關係建立預測穗稻熱病之模式。此模式用於盛行率之預測，不過本模式尚需經過測試及驗證，才能有實用價值。各地區之模式如下：

台北：$Y=-25.027 + 0.888\ MIT_{12} + 0.25\ EV_{12}$

新竹：$Y=-53.698 + 1.048\ MIT_3 + 19.73\ MIT + 0.064\ DS$

台中：$Y=110.237 + 0.212\ MT + 0.802\ MIT_{12} + 2.033\ MIT_2 - 5.072\ MIT - 1.844 TR_{12}$

台南：$Y=-38.307 - 1.003\ MAT_{12} + 0.12\ PR_1 - 0.098\ EV_{12}$

高雄：$Y=-61.063 + 4.503\ MIT_1 + 0.352\ PR_1$

台東：$Y=-13.285 - 0.104\ PR_2 + 0.343\ PD_{12} + 1.454\ PD_1 + 0.703\ PD_2$

花蓮：$Y=-185.705 - 10.92\ MIT_2 - 7.454\ TR_2 + 28.914\ WS_2$

式中MT代表平均氣溫，MAT代表平均最高氣溫，MIT代表平均最低氣溫，TR代表氣溫較差，WS代表風速，PR代表降雨量，PD代表降雨量日數，EV代表蒸發量。英文右下角之數字代表12月，1月，2月，3月，及4月，無數字者代表全季。

產量損失估計

有關稻熱病爲害程度與損失之研究不多。最早田氏(1975)將葉稻熱病之罹病程度按病斑面積率分爲0.2，0.5，1，2，5，11，25及55%等八級，在每試區葉稻熱病發生至預定程度時，立即施用50%護粒松乳劑控制，共施藥八次以維持試區之罹病程度　，結果罹病程度2%時，產量損失爲0，罹病程度5%，11%，25%及55%時其損失率分別爲3.5%，3.5%，13.0%，及42.7%。蔡在葉稻熱病發生高峰期分別三次，每次隨機選取合乎所期望的病斑面積率5，11，25，55及80%之稻叢各50叢並掛上標示牌，同時亦分三次在施藥區選取無發病之稻叢每次50叢。所有水稻在抽穗前七天及齊穗期再施藥一次，以防穗稻熱病的發生。水稻收穫時選取在高峰期所標示合乎不同等級之病斑面積率且未發生穗稻熱病之稻叢各30叢。取樣後之稻叢分別取稻穗置於紙袋中，經曬乾後以種子分級機風選後，秤其不同病斑面積率之單叢穀重，然後換成公頃產量，結果台農67號在 5，11, 25, 55及80%病斑面積下之損失率分別爲1%, 5%, 20%, 55%, 及80%左右，因期作及地點之關係，稍有變動。

在穗稻熱病引起之產量損失估計蔡建立產量損失率 (%)=5n_1 (整穗受害之穗數) + 3n_2 (稻穗2/3以上受害之穗數)+2n_3 (稻穗1/2以上受害之穗數)+1n(稻穗1/3以上受害之穗數)+0n_5 (稻穗穗軸上有病斑，但稻穗未受害之穗數)+0n_6 (健康之穗數)/6N (調查總穗數)。黃及游利用1961～1983年全省各區農業試驗場所稻熱病藥劑試驗報告之資料，做統計分析，結果顯示每單位罹病率(1%)引起之損失約21～229公斤/公頃，其對損失率在0.33～2.58%，平均損失率為0.89%。

結　　論

從民國五十年開始成立水稻病蟲害預測網至今將近三十年，預測員對水稻病害之預測及防治提供許多寶貴的經驗，貢獻甚大。從民國七十年開始，本省進入電腦建立預測模式的時代，陸續有葉稻熱病預測之長期及短期模式。這些模式有的已經在田間進行測試及驗證，有的即將開始測試。相信不久的將來，由於稻熱病的預測會提供很準確的防治訊息，減少稻熱病引起的損失增加農民的收益。

表9.1 水稻葉稻熱病田間預測結果(1988及1989)

預測小區	1988		1989	
	預測發病	實際發病	預測發病	實際發病
斗六小區	輕*	輕	中	輕一中
虎尾小區	輕一中	輕一中	重	輕
北港小區	輕	輕	輕一中	輕一中
嘉義小區	輕	輕	輕	輕一中
東石小區	輕一中	輕一中	重	輕一中
中埔小區	輕	中	輕	輕
新營小區	輕一中	輕一中	中	輕一中
曾文小區	輕	輕	輕	輕
北門小區	輕	輕	重	輕
新化小區	輕	輕	輕	輕

* 稻熱病病斑面積率<11%為輕，11-55%為中，55%以上為重。